

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ухтинский государственный технический университет»
(УГТУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Д. А. Борейко

«01» апреля 2025 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру
по научной специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ

Одобрено на заседании кафедры ВТИСиТ
протокол от 27.03.2025 № 11

И. о. зав. кафедрой
ВТИСиТ

П. В. Кожевникова

Составители программы:

и. о. зав. каф. ВТИСИТ,
к.т.н.

П. В. Кожевникова

доцент каф. ВТИСИТ,
к.т.н.

А. Н. Гресюк

Согласовано
Начальник НИЧ

Е. В. Михеевский

Ухта 2025

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа предназначена для подготовки к сдаче вступительных испытаний по специальной дисциплине научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Вступительные испытания проводятся в письменной форме - экзамен или с применением дистанционных образовательных технологий (далее ДОТ).

Вступительные испытания с применением дистанционных образовательных технологий проводятся при условии идентификации поступающих, в порядке установленным «правилами Приема» и «требованиями к ДОТ в ходе проведения вступительных испытаний». Экзамен проводится в системе дистанционного обучения УГТУ Moodle.

Целью программы вступительных испытаний является определение уровня знаний, готовности и возможности поступающего к освоению программы подготовки, к самостоятельному выполнению научной работы, подготовке и защите диссертации.

Экзаменационные билеты вступительных испытаний, проводимых в письменной форме, состоят из трех вопросов и должны обязательно включать один вопрос из раздела «Математические основы», второй вопрос из раздела «Алгоритмы и численные методы», и третий вопрос из раздела «Математическое моделирование» или «Информационные технологии».

Экзаменуемый представляет ответы в письменном виде на три вопроса экзаменационного билета. Продолжительность экзамена составляет 1,5 часа, 0,5 часа на проверку и собеседование. Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по 5-ти бальной системе. Для подготовки к экзамену кандидату в аспиранты должен свободно ориентироваться в следующих разделах, в которых представлен перечень вопросов и список литературы, необходимой для подготовки и сдачи экзамена:

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Математические основы

Теория вероятностей. Математическая статистика. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Одномерные и многомерные законы распределения случайных величин. Выборка, генеральная совокупность. Элементы корреляционной теории. Элементы теории случайных процессов. Э르고дичные процессы. Числовые характеристики случайных величин. Основы теории оценивания. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.

Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла. Метрические и нормированные пространства. Линейные непрерывные функционалы. Линейные операторы. Дифференциальные и интегральные операторы.

Теория принятия решений. Общая постановка задачи принятия решений в условиях неопределенности. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод факторного, дисперсионного анализа. Критерии статистической проверки гипотез.

Вычислительные методы. Преобразования Фурье, Радона, Гильберта, Лапласа. Их практическое использование. Вейвлет анализ и вейвлет преобразование. Методы

томографии. Обработка экспериментальных данных. Корреляционные методы анализа данных. Спектральный анализ временных рядов. Основы теории линейных систем.

Интерпретация результатов эксперимента. Задачи редукции результатов измерений к «идеальному прибору». Синтез оптимальных моделей. Борьба с помехами. Постановка обратных задач. Понятие корректности по Адамару. Условно корректные задачи. Корректность по Тихонову. Алгоритм регуляризации Лаврентьева. Метод регуляризации Тихонова. Устойчивые методы приближенного решения СЛАУ. Стабилизирующий функционал. Способы его формирования. Выбор параметров регуляризации. Принцип невязки, принцип обобщенной невязки. Итерационные методы решения обратных задач. Принципы выбора параметров релаксации. Методы квазирешений. Принцип регуляризации по Иванову. Эвристические методы минимизации.

Раздел 2. Алгоритмы и численные методы

Алгоритмы и структуры данных. Асимптотический анализ сложности алгоритмов. Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое программирование, жадная стратегия. Нумерация алгоритмов. Универсальный алгоритм. Разрешимые и перечислимые множества. Алгоритмическая неразрешимость. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем. Теорема Райса. Вычислительная сложность алгоритмов. Алгоритмы сортировки, двоичного поиска. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева. Двоичные деревья поиска, кучи, хеш-таблицы. Машина Тьюринга. Тезис Черча. Оценки сложности алгоритмов.

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.

Раздел 3. Математическое моделирование

Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.

Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Методы подобия. Переход от непрерывных к дискретным моделям. Разностные схемы, метод конечных элементов. Математическое моделирование сложных объектов. Адекватность математических моделей.

Исследование операций. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Симплекс-метод. Задачи на минимакс. Задачи на условный экстремум. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования. Целевое программирование. Элементы теории игр и принятия решений. Целевое программирование. Имитационное моделирование.

Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

Раздел 4. Информационные технологии

Моделирование, технологии создания программного обеспечения. Принципы технологии разработки программного обеспечения. Жизненный цикл ПО, планирование и управление разработкой программных проектов. DFD, STD, ERD-диаграммы, словари данных, методология IDEF.

Методы искусственного интеллекта. Задачи теории исследования операций. Основы теории планирования эксперимента. Нечеткое математическое программирование. Генетические алгоритмы. Нейронные сети. Экспертные системы. Понятие о базах знаний, их использование в экспертных системах и системах логического вывода. Способы представления знаний.

Математическое программное обеспечение.

Универсальная система MathCAD. Особенности пользовательского интерфейса. Основные типы данных. Работа с графическими объектами. Средства программирования.

Система аналитических вычислений Maple. Графический пользовательский интерфейс. Основные объекты. Работа с графикой в интерактивном режиме. Программирование на языке.

Система автоматизации математических расчетов MaLab. Технология работы в командном окне. Основные типы данных системы. Команды высокоуровневой графики. Элементы программирования.

Компьютерная система Mathematica. Интерфейс системы. Основные объекты. Визуализация вычислений. Элементы программирования

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Самуйлов, С. В. Алгоритмы и структуры обработки данных : учебное пособие / С. В. Самуйлов. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 132 с.
2. Вирт, Никлаус Алгоритмы и структуры данных / Никлаус Вирт ; перевод Ф. В. Ткачева. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 272 с.
3. Алексеев, В. Е. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений [Электронный ресурс] / В. Е. Алексеев, В. А. Таланов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 153 с.
4. Алексеев, В. Е. Структуры данных и модели вычислений / В. Е. Алексеев, В. А. Таланов. — 2-е изд. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 247 с.
5. Базовые и прикладные информационные технологии: Учебник / Гвоздева В. А. – М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 384 с.
6. Информационные технологии : учеб. пособие / Л.Г. Гагарина, Я.О. Теплова, Е.Л. Румянцева, А.М. Баин / под ред. Л.Г. Гагариной. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2015. — 320 с.
7. Пятаева, А. В. Интеллектуальные системы и технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Пятаева, К. В. Раевич. — Электрон. текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 144 с. — 978-5-7638-3873-2.

8. Баррат Д. Последнее изобретение человечества: Искусственный интеллект и конец эры Homo sapiens: Научно-популярное / Баррат Д., Лисова Н. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016. - 304 с.
9. Соловьев, В. В. Основы нечеткого моделирования в среде Matlab [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Соловьев, В. В. Шадрина, Е. А. Шестова. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2015. — 99 с. — 2227-8397.
10. Пантелеев А. В. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 512 с.
11. Колдаев В. Д. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.
12. Кобрунов А. И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике. Избранные главы. Учебное пособие. Часть. 1 Функционально-аналитические основы. Ухта: УГТУ, 2014. 265 с.
13. Кобрунов А. И. Математические методы моделирования в прикладной геофизике. Избранные главы. Учебное пособие. Часть. 2 Системный анализ и моделирование в условиях неопределённости. Ухта: УГТУ, 2014. 155 с.
14. Кобрунов А. И., Дорогобед А. Н. Практическое руководство по изучению Mathematica. – Ухта, УГТУ, 2014
15. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для студентов вузов / В.Е. Гмурман. - 12-е изд., пер. - М.: Высш. образование, 2008. - 479 с.
16. Есипов Б.А. Методы исследования операций. СПб.: «Лань», 2-е изд., испр. и доп., 2013. – 304 с.
17. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Высшая школа, 2007. -208 с.
18. Хемди А. Таха Введение в исследовании операций. 7-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005- 912 с.
19. Бородин А.Н. Случайные процессы. СПб.: «Лань», 2013. – 640 с.
20. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. СПб.: «Лань», 4-е изд., стер., 2009. – 608 с.
21. Рябенский В.С. Введение в вычислительную математику. М.: «Физматлит», 2008.- 288 с.
22. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: «Физматлит», 5-е изд., стереотип., 2005. – 264 с.
23. Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем. М.: "Издательство "ФЛИНТА", 2-е изд., 2011.- 271 с.
24. Юдович В.И. Математические модели естественных наук. СПб.: «Лань», 2011. – 336 с.
25. Андерсон К., Давар Ни., Д'Авени Р., Доэрти П. Искусственный интеллект, аналитика и новые технологии : практическое руководство / К. Андерсон, Н. Давар, Р. Д'Авени [и др.]. - Москва : Альпина Пабlishер, 2022. - 200 с
26. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; Пер. с польск. И.Д. Рудинского - 2-е изд., стереотип. - Москва :Гор. линия-Телеком, 2013. - 384 с.
27. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети : краткий учебный курс / А. Б. Барский. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 260 с.
28. Балакин, А. А. Численные методы и математическое моделирование : учебное пособие / А. А. Балакин. - Долгопрудный : Интеллект, 2022. - 288 с.
29. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : краткий курс / Г. Э. Яхьяева. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 130 с.
30. Барский, А. Б. Логические нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 354 с.